

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MBA EM MANEJO FLORESTAL DE PRECISÃO

Ickaro Pablo Andrade Santos

**PROJEÇÃO VOLUMÉTRICA UTILIZANDO O MODELO DE CHAPMAN-
RICHARDS PARA *Eucalyptus urograndis* NO MATO GROSSO DO SUL**

Curitiba, PR
2018

Ickaro Pablo Andrade Santos

**PROJEÇÃO VOLUMÉTRICA UTILIZANDO O MODELO DE CHAPMAN-
RICHARDS PARA *Eucalyptus urograndis* NO MATO GROSSO DO SUL**

Monografia apresentada ao Curso de MBA
Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Florestal, da Universidade Federal do Paraná
(UFPR, PR), como requisito parcial para
obtenção do grau de **Especialista em
manejo florestal de precisão.**

Orientador: Prof. Drº. Julio Eduardo Arce

**Curitiba, PR
2018**

SUMÁRIO

1	Resumo.....	4
2	Introdução.....	5
3	Revisão de literatura	6
4	Materiais e métodos	7
4	Resultados e discussões.....	8
5	Conclusões.....	11
6	Referências bibliográficas	12

RESUMO

O eucalipto tem o potencial de aumentar substancialmente a produtividade florestal para uma ampla variedade de usos finais. Para determinação da produtividade, a idade de rotação é crucial para que o produtor possa se planejar sem riscos. Para determinar a idade de rotação ideal é necessário utilizar a modelagem de crescimento, que faz uso de técnicas matemáticas para estimar o progresso do povoamento. O estudo foi realizado numa povoamento de *Eucaliptus urograndis* localizado na região norte do Estado de Mato Grosso do Sul através do inventário florestal contínuo onde o método de amostragem utilizado foi o aleatório. Foi realizada a localização e delimitações das parcelas, um total de 24, sendo estas permanentes, de áreas variáveis, retangulares, sempre incluindo 60 árvores. Foi aplicada uma equação de ajuste hipsométrico para cada parcela, sendo $\ln(HT) = \beta_0 + \beta_1 * 1/DBH$ e para equação volumétrica foi-se aplicado $\ln(V) = \beta_0 + \beta_1 * \ln(DBH) + \beta_2 * \ln(HT)$. Todas as estimativas dos parâmetros foram significativas em nível de 97,5% de probabilidade pelo teste t. Além disso, correlações acima de 92% entre os valores observados e estimados de volume indicam que o modelo de Chapman-Richards foi eficiente para descrever as tendências de crescimento do povoamento estudado.

Palavras - chaves: Eucalipto; equações volumétricas; Modelo Chapman-Richards.

1 INTRODUÇÃO

O *Eucalyptus*, com mais de 500 espécies, é um dos gêneros mais plantados do mundo, sendo considerado de extrema importância para a economia de mais de 100 países, cobrindo nos dias de hoje uma área de aproximadamente 50 milhões de hectares.

Originárias da Austrália, existem cerca de 20 espécies de eucaliptos amplamente plantadas em vários países. As razões para sua popularidade são sua rápida taxa de crescimento (uma das mais rápidas entre as árvores), resistência a doenças e insetos, bem como propriedades de madeira altamente desejáveis para múltiplas indústrias de processamento florestal. O eucalipto tem o potencial de aumentar substancialmente a produtividade florestal para uma ampla variedade de usos finais.

Para determinação da produtividade, a idade de rotação é crucial para que o produtor possa se planejar sem riscos. Para determinar a idade de rotação ideal é necessário utilizar a modelagem de crescimento, que faz uso de técnicas matemáticas para estimar o progresso do povoamento.

Segundo Catarina, 2017, a expressão curva de crescimento usualmente remete a curvas sigmoidais que representam o comportamento de medidas de dimensão ao longo do tempo. As curvas de crescimento são mais comumente estudadas por meio de modelos não lineares. A partir da década de 70, com o desenvolvimento computacional, os modelos não lineares, baseados em processos iterativos, começam a ser amplamente usados em diversas áreas e aplicações. Os mais utilizados para descrever o crescimento de povoamentos florestais em função do tempo são os modelos de Korsun, Richards, Mitscherlich e Backman, Gompertz Logístico, Von Bertalanffy, Richards e Weibull.

O objetivo desta pesquisa é avaliar se a floresta existente apresenta tendência de crescimento e nível de produtividade coincidente com a curva de projeção ajustada com o modelo de Chapman & Richards para um povoamento de *Eucalyptus urograndis*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Os modelos são vistos de forma lógica a fim de expressar o crescimento ou incremento e a produção florestal, que por sua vez, corresponde a um pré-requisito da simulação, pois com base nas curvas esperadas de produção em função de variáveis independentes, é designada a alternativa mais adequada de manejo para situação proposta (MARACIULU apud SCOLFORO, 1998).

Neste domínio, a criação de um novo estudo implica em décadas de observações antes que possa ser útil. Para prever os efeitos dos tratamentos recentemente especulados, é necessário ampliar a base dos dados fornecidos pelos inventários permanentes existentes. Isso pode ser feito, por exemplo, com parcelas de amostras "temporárias" ou "semi-temporárias", medidas uma vez ou durante um determinado período. Geralmente, é difícil encontrar posições contrastantes nesse caso, porque as práticas de gerenciamento tendem a padronizar os tratamentos. Além disso, estágios temporários de desenvolvimentos bastante diferentes fornecem dados não relacionados (Johnson, 1986).

Um modelo é uma abstração ou uma representação simplificada de algum aspecto da realidade. Modelo de crescimento e produção florestal é uma ferramenta matemática para representação da dinâmica natural de um povoamento florestal e modelagem é o processo de desenvolvimento dessa representação. O uso da modelagem no meio florestal visa predizer o crescimento para as variáveis dendrométricas em função de variáveis mensuráveis no povoamento. (SCOLFORO, 1998).

Os profissionais florestais responsáveis por esse processo de gerenciamento de informação precisam conhecer a dinâmica de crescimento e arranjos espaciais dos povoamentos florestais, para poderem se planejar da melhor forma possível, alcançando os resultados almejados (Haywood, A. 2002).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado numa povoamento de *Eucaliptus urograndis* localizado na região norte do Estado de Mato Grosso do Sul. Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o clima é caracterizado por diminuição de chuvas no inverno e temperatura média compensada anual em torno de 22 °C. O índice pluviométrico é pouco superior a 1.600 milímetros (mm), concentrando-se nos meses de verão.

O estudo foi realizado através de inventário florestal contínuo (IFC), onde o método de amostragem utilizado foi o aleatório, onde foi realizada a localização e delimitações das parcelas, um total de 24, sendo estas permanentes, de áreas variáveis, retangulares, sempre incluindo 60 árvores.

Foram medidas com hipsômetro as alturas das 10 primeiras árvores e medido a altura das árvores dominantes. Mediu-se o DAP de todas as árvores da parcela e foi aplicado um código de qualidade de fuste.

Foi aplicada uma equação de ajuste hipsométrico para cada parcela, sendo $\ln(HT) = \beta_0 + \beta_1 * 1/DBH$ e para equação volumétrica foi-se aplicado $\ln(V) = \beta_0 + \beta_1 * \ln(DBH) + \beta_2 * \ln(HT)$.

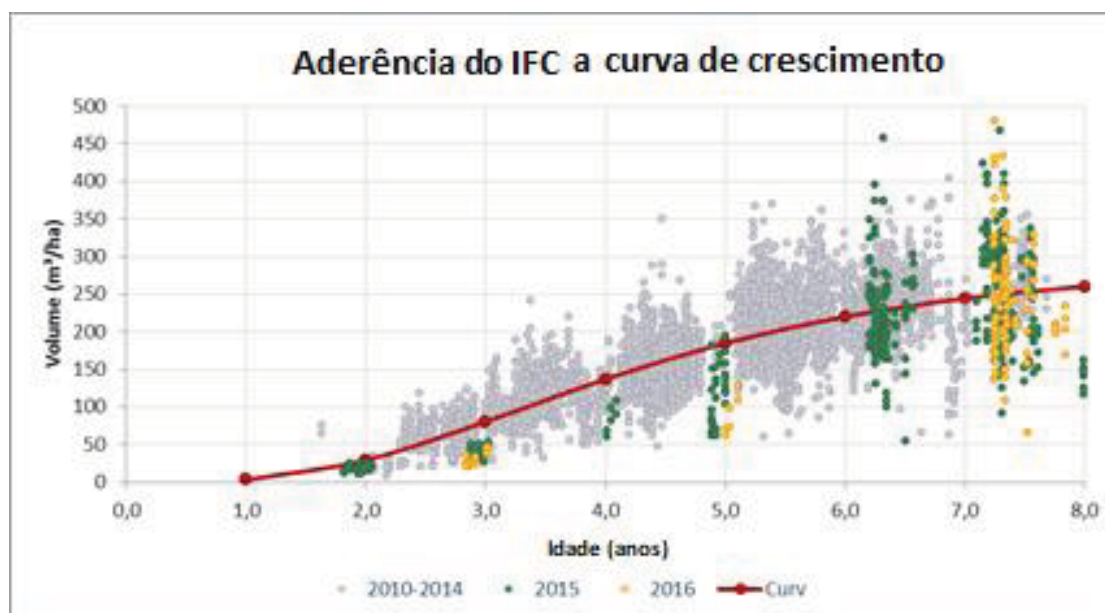
Os parâmetros que se ajustaram com precisão para projeção volumétrica com o método Champan-Richard para volume por árvore são apresentados na tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Paramétros utilizados referentes ao ajuste do modelo de Chapman-Richards para determinação da curva de crescimento do povoamento.

IFC	B0	B1	B2
2010 - 2016	287.23	0.49	4.82

O indicador gráfico da figura 5.1 mostra que a utilização do modelo de Chapman-Richards é coerente se tratando de povoamentos abaixo de sete anos de idade, pois teve uma boa aderência dos ajustes de curva aos dados de inventário.

Figura 5.1 – Aderência do IFC a curva de crescimento ajustada para povoamento de *Eucalipto urograndis*



Todas as estimativas dos parâmetros foram significativas em nível de 97,5% de probabilidade pelo teste t. Além disso, correlações acima de 92% entre os valores observados e estimados de volume indicam que o modelo de Chapman-Richards foi eficiente para descrever as tendências de crescimento do povoamento estudado,

Com relação à dispersão gráfica dos resíduos, foi observado que o modelo apresenta a maior variação nas maiores idades. Apesar disso, os resíduos se apresentaram de forma balanceada no decorrer do tempo.

Na tabela 2, é apresentado o incremento médio anual das parcelas estudadas durante os 7 anos de estudo do povoamento de *Eucalyptus urograndis*.

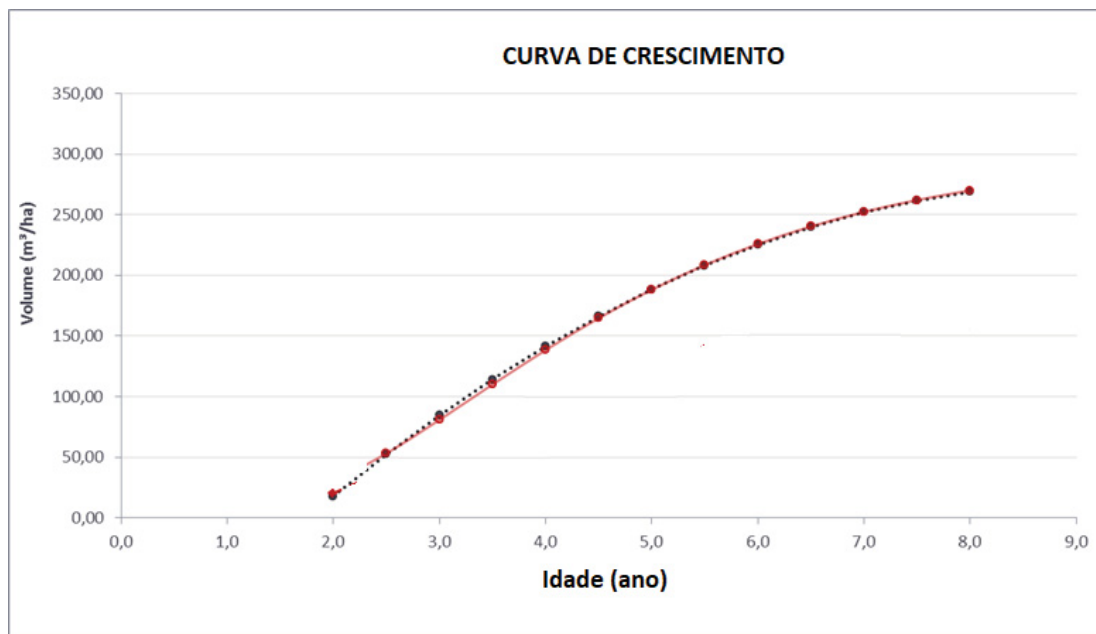
Tabela 5.2 – Incremento médio anual por parcela inventariada durante o período de sete anos.

Nº PARCELA	IMA_M³/HA/ANO
1	31,88
2	39,74
3	25,05
4	22,36
5	30,13
6	44,18
7	38,41
8	41,24
9	33,5
10	34,66
11	35,06
12	34,16
13	32,37
14	37,01
15	38,24
16	32,53
17	34,16
18	38,92
19	38,29
20	38,98
21	40,6
22	39,18
23	36,98
24	23,79

Apesar de todas as amostras terem recebido os mesmos tratamentos silviculturais e mesmo material genético, as variações de IMA das parcelas são influenciadas pelos sítios florestais. Segundo Miguel et al, diversos estudos sobre classificação de índice de sítio apontaram o modelo de Chapman & Richards como o modelo de melhor performance para a construção da família de curvas de índice de sítios podendo-se citar: FIGUEIREDO (2005), com plantios de *Tectona grandis* L.f. na microrregião do Baixo Rio Acre e SCOLFORO & MACHADO (1988), para *Pinus elliotti* nos estados do Paraná e Santa Catarina.

A análise do gráfico na Figura 5.2 permite afirmar que essas equações são precisas e não-tendenciosas, podendo ser utilizadas em inventários de povoamentos de *Eucalyptus urograndis* em idades inferiores a 7 anos.

Figura 5.2 – Representação gráfica da curva de crescimento de 8 anos para um povoamento de *Eucalyptus urograndis*.



De acordo com a projeção volumétrica aplicada, o povoamento mostrou ser de alta produtividade, com um total de 250m³/ha aos seis anos, Segundo Pimenta apud Nautiyal, 1988, a idade de rotação florestal corresponde à idade na qual os povoamentos florestais são planejados para serem colhidos. Compreende o período desde a implantação até o corte da floresta.

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos pela equação de Chapman-Richard mostraram-se adequados para a base de dados estudada.

A modelagem permitiu visualizar que a curva de crescimento do um povoamento de *Eucalyptus urograndis*.

O estudo mostrou que é coerente aplicar o método de Chapman-Richard para estimativas de produção de povoamentos de *Eucalyptus urograndis* com idades inferiores a 7 anos.

É possível concluir que a floresta existente apresenta tendência de crescimento e nível de produtividade aproximado com a curva de projeção ajustada com o modelo de Chapman & Richards para um povoamento de *Eucalyptus urograndis*.

7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

HAYWOOD, A. **Growth of advanced European beech trees in the transformation phase in the southern Black forest.** University of Melbourne, 2002.

MARACIULU, A.S. **Avaliação da arquitetura de copa da espécie *araucaria angustifolia* (bertol.) kuntze com uso de geotecnologia na região central de santa catarina.** UFSM, 2017.

PRODAN M.; PETERS R.; COX F.; REAL P. **Mensura Forestal.** San José, C. R.: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 1997.

MIGUEL et al. **Classificação de sítio para plantios de *Eucalyptus urophylla* em niquelândia, estado de goiás.** Universidade Federal de Brasília, 2011.

PIMENTA, L.G. **Efeito da idade de rotação na produtividade e viabilidade econômica em povoamentos de *Eucalyptus* spp.** UFSJ, 2015.

SCOLFORO, J. S. R. **Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas.** Lavras: UFLA/FAEPE. 1998. 451 p.